

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»

**УТВЕРЖДАЮ**

Декан факультета информационных  
технологий и компьютерной безопасности

/П.Ю. Гусев/

«31» августа 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

дисциплины

«Математическое моделирование объектов ресурсобеспечения»

**Направление подготовки** 09.04.02 Информационные системы и технологии

**Профиль** Управление процессами ресурсобеспечения атомных электростанций

**Квалификация выпускника** магистр

**Нормативный период обучения** 2 года / 2 года и 4 м.

**Форма обучения** очная / заочная

**Год начала подготовки** 2021

Автор программы

Собенина О.В. /Собенина О.В./

Заведующий кафедрой

Компьютерных

интеллектуальных

технологий проектирования

Чижов М.И. /Чижов М.И./

Руководитель ОПОП

Чижов М.И. /Чижов М.И./

Воронеж 2021

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

### 1.1. Цели дисциплины

изучить современные теоретические и экспериментальные методы разработки математических моделей исследуемых объектов и процессов;

применения математических моделей, методов и алгоритмов для выбора эффективных решений при решении различных задач ресурсобеспечения с применением навыков программирования.

### 1.2. Задачи освоения дисциплины

- изучение основных методов описания сложных динамических объектов и систем управления;

- изучение постановок, методов и алгоритмов решения оптимизационных задач с применением прикладных программ;

- приобретение навыков программной реализации алгоритмов решения оптимизационных задач.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Математическое моделирование объектов ресурсобеспечения» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Математическое моделирование объектов ресурсобеспечения» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-2 - Способен применять навыки программирования для решения задач обеспечения функционирования программного обеспечения атомных электростанций

ПК-4 - Способен проводить верификацию информационных систем в соответствии с техническим заданием

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                                                                  |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-2        | знать возможностями математических пакетов прикладных программ для решения задач ресурсобеспечения                                                 |
|             | уметь составлять алгоритмы для решения экстремальных задач различных типов с использованием пакетов прикладных программ и языков программирования. |
|             | владеть навыками программирования и возможностями математических пакетов прикладных программ для решения задач ресурсобеспечения                   |
| ПК-4        | знать                                                                                                                                              |

|  |                                                                                                                                                  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | этапы математического моделирования, специфику моделирования объектов ресурсобеспечения, модели дискретного программирования                     |
|  | уметь строить математические модели для объектов ресурсобеспечения;<br>- идентифицировать задачи ресурсобеспечения и выбирать методы их решения. |
|  | владеть приемами построения и типизации математических моделей задач ресурсобеспечения                                                           |
|  |                                                                                                                                                  |

#### 4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Математическое моделирование объектов ресурсобеспечения» составляет 6 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий  
**очная форма обучения**

| Виды учебной работы                     | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------------|-------------|----------|
|                                         |             | 3        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>       | 54          | 54       |
| В том числе:                            |             |          |
| Лекции                                  | 18          | 18       |
| Лабораторные работы (ЛР)                | 36          | 36       |
| <b>Самостоятельная работа</b>           | 135         | 135      |
| <b>Курсовой проект</b>                  | +           | +        |
| Часы на контроль                        | 27          | 27       |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +           | +        |
| Общая трудоемкость:                     |             |          |
| академические часы                      | 216         | 216      |
| зач.ед.                                 | 6           | 6        |

**заочная форма обучения**

| Виды учебной работы                     | Всего часов | Семестры |
|-----------------------------------------|-------------|----------|
|                                         |             | 3        |
| <b>Аудиторные занятия (всего)</b>       | 14          | 14       |
| В том числе:                            |             |          |
| Лекции                                  | 6           | 6        |
| Лабораторные работы (ЛР)                | 8           | 8        |
| <b>Самостоятельная работа</b>           | 193         | 193      |
| <b>Курсовой проект</b>                  | +           | +        |
| Часы на контроль                        | 9           | 9        |
| Виды промежуточной аттестации - экзамен | +           | +        |
| Общая трудоемкость:                     |             |          |
| академические часы                      | 216         | 216      |
| зач.ед.                                 | 6           | 6        |

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### 5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

#### очная форма обучения

| № п/п | Наименование темы                               | Содержание раздела                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Лекц | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------|-----|------------|
| 1     | Математическое моделирование как научный прием. | Основные понятия. Объекты, цели и методы моделирования. Компьютерные и математические модели. Современная классификация математических моделей. Требования к математическим моделям. Этапы математического моделирования. Специфика моделирования объектов ресурсообеспечения.                                                                                                                                                                                                      | 2    | 8         | 22  | 32         |
| 2     | Параметрическое линейное программирование       | Постановка задачи параметрического линейного программирования. Геометрическая интерпретация постановки задач параметрического линейного программирования. Свойства задач параметрического линейного программирования.<br>Анализ моделей задач линейного программирования на чувствительность. Примеры инженерных оптимизационных задач, которые формализуются как задачи параметрической линейной оптимизации.<br>Методы решения задач параметрического линейного программирования. | 4    | 4         | 22  | 30         |
| 3     | Модели дискретного программирования             | Постановка и особенности задач дискретного программирования. Задачи транспортного типа. Транспортная задача с фиксированными доплатами. Распределительная задача. Задача об оптимальной последовательности загрузки. Задача о многомерном ранце. Общие свойства задач о ранце. Алгоритм приближенного решения задачи о многомерном ранце. Алгоритмы «генетического типа». Комбинаторные эвристические алгоритмы для задач о ранце.                                                  | 4    | 8         | 22  | 34         |

|              |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |           |            |            |
|--------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|------------|------------|
|              |                                                         | Экспериментальные исследования системы комбинаторных эвристических алгоритмов для приближенного решения задачи о ранце.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |           |           |            |            |
| 4            | Параллельная реализация методов дискретной оптимизации. | Комбинаторные методы решения задач дискретного программирования. Метод ветвей и границ. Схема метода для общей задачи дискретного программирования. Некоторые вопросы программной реализации алгоритма и древовидной схемой поиска оптимального решения. Применение метода динамического программирования для решения аддитивных задач дискретного программирования. Задача о распределении ресурсов между проектами. Принцип оптимальности Беллмана. Алгоритм динамического программирования Беллмана для решения задач. Приближенные методы и алгоритмы в дискретном программировании. Алгоритмы гарантированного функционирования. | 4         | 8         | 22         | 34         |
| 5            | Распределение ресурсов на сетевых графиках              | Общие сведения о сетевых графиках. Постановка задачи распределения ресурсов. Алгоритмы решения задачи. Вычисление значений приоритетов работ. Определение рейтинга объектов. Постановка задачи определения рейтинга объектов. Алгоритм решения задачи. Определение оптимальной последовательности обслуживания объектов с учетом замены оборудования. Постановка задачи и алгоритм ее решения.                                                                                                                                                                                                                                        | 2         | 4         | 24         | 30         |
| 6            | Задачи большой размерности.                             | Математические модели процесса решения и параметризация. Понятие о задачах большой размерности. Математические модели и основные параметры. Условия реализуемости алгоритмов решения задач.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 2         | 4         | 23         | 29         |
| <b>Итого</b> |                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | <b>18</b> | <b>36</b> | <b>135</b> | <b>189</b> |

### заочная форма обучения

| № п/п | Наименование темы | Содержание раздела | Лекц | Лаб. зан. | СРС | Всего, час |
|-------|-------------------|--------------------|------|-----------|-----|------------|
|-------|-------------------|--------------------|------|-----------|-----|------------|

|   |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |   |   |    |    |
|---|-------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|---|----|----|
| 1 | Математическое моделирование как научный прием. | Основные понятия. Объекты, цели и методы моделирования. Компьютерные и математические модели. Современная классификация математических моделей. Требования к математическим моделям. Этапы математического моделирования. Специфика моделирования объектов ресурсообеспечения.                                                                                                                                                                                                                                                                             | 1 | 4 | 32 | 37 |
| 2 | Параметрическое линейное программирование       | Постановка задачи параметрического линейного программирования. Геометрическая интерпретация постановки задач параметрического линейного программирования. Свойства задач параметрического линейного программирования.<br>Анализ моделей задач линейного программирования на чувствительность. Примеры инженерных оптимизационных задач, которые формализуются как задачи параметрической линейной оптимизации.<br>Методы решения задач параметрического линейного программирования.                                                                        | 1 | - | 32 | 33 |
| 3 | Модели дискретного программирования             | Постановка и особенности задач дискретного программирования. Задачи транспортного типа. Транспортная задача с фиксированными доплатами. Распределительная задача. Задача об оптимальной последовательности загрузки. Задача о многомерном ранце. Общие свойства задач о ранце. Алгоритм приближенного решения задачи о многомерном ранце. Алгоритмы «генетического типа». Комбинаторные эвристические алгоритмы для задач о ранце. Экспериментальные исследования системы комбинаторных эвристических алгоритмов для приближенного решения задачи о ранце. | 2 | 4 | 32 | 38 |
| 4 | Параллельная реализация методов                 | Комбинаторные методы решения задач дискретного программирования. Метод ветвей и                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 2 | - | 32 | 34 |

|              |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |          |          |            |            |
|--------------|--------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------|------------|------------|
|              | дискретной оптимизации.                    | <p>границ. Схема метода для общей задачи дискретного программирования. Некоторые вопросы программной реализации алгоритма и древовидной схемой поиска оптимального решения.</p> <p>Применение метода динамического программирования для решения аддитивных задач дискретного программирования. Задача о распределении ресурсов между проектами. Принцип оптимальности Беллмана. Алгоритм динамического программирования Беллмана для решения задач.</p> <p>Приближенные методы и алгоритмы в дискретном программировании. Алгоритмы гарантированного функционирования.</p> |          |          |            |            |
| 5            | Распределение ресурсов на сетевых графиках | <p>Общие сведения о сетевых графиках. Постановка задачи распределения ресурсов. Алгоритмы решения задачи. Вычисление значений приоритетов работ.</p> <p>Определение рейтинга объектов. Постановка задачи определения рейтинга объектов. Алгоритм решения задачи. Определение оптимальной последовательности обслуживания объектов с учетом замены оборудования. Постановка задачи и алгоритм ее решения.</p>                                                                                                                                                               | -        | -        | 32         | 32         |
| 6            | Задачи большой размерности.                | <p>Математические модели процесса решения и параметризация. Понятие о задачах большой размерности. Математические модели и основные параметры. Условия реализуемости алгоритмов решения задач.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | -        | -        | 33         | 33         |
| <b>Итого</b> |                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | <b>6</b> | <b>8</b> | <b>193</b> | <b>207</b> |

## 5.2 Перечень лабораторных работ

1. Построение математических моделей для задач производственного планирования.
2. Исследование возможностей пакетов прикладных программ для решения задач производственного планирования.
3. Анализ моделей задач линейного программирования на чувствительность.
4. Моделирование и решение задач дискретного программирования.

5. Постановка и методы решения задачи оптимального размещения оборудования.
6. Программная реализация методов дискретной оптимизации.
7. Решение задач распределения ресурсов на сетевых графиках.
8. Математическое моделирование задач большой размерности.

## **6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ**

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины предусматривает выполнение курсового проекта в 3 семестре для очной формы обучения, в 3 семестре для заочной формы обучения.

Примерная тематика курсового проекта: «Программная реализация алгоритмов решения оптимизационных задач объектов ресурсобеспечения»

Задачи, решаемые при выполнении курсового проекта:

- Построение математической модели для решения поставленной задачи.
- Выбор и обоснование метода решения задачи.
- Построение алгоритма решения задачи.
- Программная реализации разработанного алгоритма.

Курсовой проект включают в себя программную реализацию и расчетно-пояснительную записку.

## **7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

**7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания**

### **7.1.1 Этап текущего контроля**

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                              | Критерии оценивания                                 | Аттестован                                                    | Не аттестован                                                   |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| ПК-2        | Знать возможностями математических пакетов прикладных программ для решения задач ресурсобеспечения             | Защита лабораторных работ, защита курсового проекта | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|             | уметь составлять алгоритмы для решения экстремальных задач различных типов с использованием пакетов прикладных | Защита лабораторных работ, защита курсового проекта | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

|      |                                                                                                                                               |                                                     |                                                               |                                                                 |
|------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
|      | программ и языков программирования.                                                                                                           |                                                     |                                                               |                                                                 |
|      | владеть навыками программирования и возможностями математических пакетов прикладных программ для решения задач ресурсобеспечения              | Защита лабораторных работ, защита курсового проекта | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
| ПК-4 | знать этапы математического моделирования, специфику моделирования объектов ресурсобеспечения, модели дискретного программирования            | Защита лабораторных работ                           | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|      | уметь строить математические модели для объектов ресурсобеспечения; - идентифицировать задачи ресурсобеспечения и выбирать методы их решения. | Защита лабораторных работ, защита курсового проекта | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |
|      | владеть приемами построения и типизации математических моделей задач ресурсобеспечения                                                        | Защита лабораторных работ, защита курсового проекта | Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах | Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах |

### 7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 3 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

| Компетенция | Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции                                  | Критерии оценивания                    | Отлично                                  | Хорошо                                                   | Удовл.                                                   | Неудовл.                             |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
| ПК-2        | Знать возможностями математических пакетов прикладных программ для решения задач ресурсобеспечения | Тест                                   | Выполнение теста на 90-100%              | Выполнение теста на 80-90%                               | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|             | уметь составлять алгоритмы для решения экстремальных задач различных типов с                       | Решение стандартных практических задач | Задачи решены в полном объеме и получены | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

|      |                                                                                                                                                 |                                                          |                                                        |                                                                                       |                                                          |                                      |
|------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------|
|      | использованием пакетов прикладных программ и языков программирования.                                                                           |                                                          | верные ответы                                          | верный ответ во всех задачах                                                          |                                                          |                                      |
|      | владеть навыками программирования и возможностями математических пакетов прикладных программ для решения задач ресурсообеспечения               | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
| ПК-4 | знать этапы математического моделирования, специфику моделирования объектов ресурсообеспечения, модели дискретного программирования             | Тест                                                     | Выполнение теста на 90-100%                            | Выполнение теста на 80-90%                                                            | Выполнение теста на 70-80%                               | В тесте менее 70% правильных ответов |
|      | уметь строить математические модели для объектов ресурсообеспечения; - идентифицировать задачи ресурсообеспечения и выбирать методы их решения. | Решение стандартных практических задач                   | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |
|      | владеть приемами построения и типизации математических моделей задач ресурсообеспечения                                                         | Решение прикладных задач в конкретной предметной области | Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы | Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах | Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач | Задачи не решены                     |

## 7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

### 7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. Какое моделирование формулируется в виде алгоритма (программы для ЭВМ), что позволяет проводить над моделью вычислительные эксперименты.

1. Компьютерное математическое моделирование

2. Численное моделирование

3. Статистическое моделирование

4. Имитационное моделирование

2. Основными методами оптимизации являются —...

1. Программные методы.

2. Векторные методы.

3. **Поисковые методы.**
4. Правильного ответа нет.

3. Алгоритм перехода к новому опорному плану транспортной задачи, дающему меньшее значение функции потерь, до обнаружения оптимального плана называется

1. Алгоритм двойственного симплекс-метода
2. **Алгоритм улучшения плана транспортной задачи**
3. Алгоритм метода Гомори
4. Алгоритм симплекс-метода

4. Интерпретация зависимостей, имеющих место в задаче линейного программирования в виде геометрических фигур (точек, прямых, полуплоскостей, многоугольников) в декартовой системе координат называется

1. Аналитическая интерпретация задачи линейного программирования
2. **Геометрическая интерпретация задачи линейного программирования**
3. Опорный план
4. Правильного ответа нет

5. Раздел математического программирования, в котором на экстремальные задачи налагается условие дискретности переменных при конечной области допустимых значений это

1. Выпуклое программирование
2. Булевское программирование
3. Динамическое программирование
4. **Дискретное программирование**

6. Какие условия необходимы для решения задачи методом динамического программирования:

1. **Аддитивность критерия**
2. Мультипликативность критерия
3. **Отсутствие последействия в процедуре принятия решений**

7. Какие из нижеперечисленных типовых задач удобно решать методом динамического программирования:

1. Задача о снабжении сырьём (транспортная задача)
2. **Задача о загрузке рюкзака**
3. **Задача коммивояжёра**
4. Задача о загрузке оборудования

8. Алгоритмов решения задачи дискретного программирования является

1. Алгоритм двойственного симплекс-метода
2. **Алгоритм метода ветвей и границ**
3. Алгоритм венгерского метода

#### 4. Алгоритм симплекс-метода

9. Какое моделирование воспроизводит на ЭВМ процесс функционирования исследуемой системы, соблюдая логическую и временную последовательность протекания процессов, что позволяет узнать данные о состоянии системы или отдельных ее элементов в определенные моменты времени.

1. Компьютерное математическое моделирование
2. Численное моделирование
3. Статистическое моделирование
4. **Имитационное моделирование**

10. Какое моделирование использует обработку данных о системе с целью получения статистических характеристик системы.

1. Компьютерное математическое моделирование
2. Численное моделирование
3. **Статистическое моделирование**
4. Имитационное моделирование

#### 7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Задача определения оптимальной очередности разработки встает перед проектировщиками на этапе:

1. Начального проектирования.
2. **Проектирования после составления титульного списка задач, подлежащих автоматизации.**
3. Организации деятельности транспортных предприятий.

2. Критерий оптимальности решения задачи линейного программирования при отыскании максимума линейной функции с выражением линейной функции через неосновные переменные ..., то решение задачи оптимально.

1. Отсутствуют отрицательные коэффициенты при неосновных переменных
2. Отсутствуют положительные коэффициенты при основных переменных
3. **Отсутствуют положительные коэффициенты при неосновных переменных**
4. Присутствуют положительные коэффициенты при основных переменных.

3. Алгоритм последовательного улучшения решения, позволяющий осуществлять переход от одного допустимого базисного решения к другому таким образом, что значение целевой функции непрерывно возрастают (убывают) и за конечное число шагов находится оптимальное решение называется

1. Алгоритм двойственного симплекс-метода
2. Алгоритм метода ветвей и границ

3. Алгоритм метода Гомори  
4. Алгоритм симплекс-метода

4. В какой системе заявка, застав все обслуживающие каналы занятыми, становится в очередь и дожидается до тех пор, пока один из обслуживающих каналов не освободится:

- 1) система с отказами;
- 2) система смешанного типа;
- 3) **система с неограниченным временем ожидания;**
- 4) система самоопределения?

5. В какой системе заявка, застав все обслуживающие каналы занятыми, покидает систему:

- 1) **система с отказами;**
- 2) система смешанного типа;
- 3) система с неограниченным временем ожидания;
- 4) система самоопределения?

6. Характеристика обслуживающего канала, которая определяет его пропускную способность, называется:

- 1) **время обслуживания;**
- 2) длительность интервала;
- 3) число реализаций событий;
- 4) число выполненных операций.

7. Применение минимаксного критерия бывает оправдано в ситуациях, которые характеризуются следующими обстоятельствами:

- 1) **решение реализуется лишь один раз;**
- 2) вводится критерий для оценки выбираемого варианта;
- 3) минимаксный критерий использует оценочную функцию;
- 4) о возможности появления внешних состояний ничего не известно.

8. В задачах линейного программирования решаемых симплекс-методом искомые переменные должны быть

1. неотрицательными
2. положительными
3. свободными от ограничений
4. любыми

### 7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Цех выпускает три вида деталей – А, В, С. Каждая деталь обрабатывается тремя станками. Организация производства в цехе характеризуется следующей таблицей:

| Станок | Длительность обработки детали, мин. |    |   | Фонд времени, час |
|--------|-------------------------------------|----|---|-------------------|
|        | А                                   | В  | С |                   |
| 1      | 12                                  | 10 | 9 | 220               |

|                               |    |    |    |     |
|-------------------------------|----|----|----|-----|
| 2                             | 15 | 18 | 20 | 400 |
| 3                             | 6  | 4  | 4  | 100 |
| Отпускная цена на одну деталь | 30 | 32 | 30 |     |

Составить план загрузки станков, обеспечивающий цеху получение максимальной прибыли.

2 На заводе выпускаются изделия четырех типов. От реализации 1 ед. каждого изделия завод получает прибыль соответственно 2, 1, 3 и 5 ед. На изготовление изделий расходуются ресурсы трех типов: энергия, материалы, труд. Данные о технологическом процессе приведены в таблице:

| Ресурсы   | Затраты ресурсов на единицу изделия |   |   |   | Запасы ресурсов, |
|-----------|-------------------------------------|---|---|---|------------------|
|           | 1                                   | 2 | 3 | 4 |                  |
| Энергия   | 2                                   | 3 | 1 | 2 | 30               |
| Материалы | 4                                   | 2 | 1 | 2 | 40               |
| Труд      | 1                                   | 2 | 3 | 1 | 25               |

Спланируйте производство деталей так, чтобы прибыль от их реализации была наибольшей.

3 Рассматривается пять проектов, которые могут быть осуществлены в течение последующих трех лет. Ожидаемые величины прибыли от реализации каждого из проектов и распределение необходимых капиталовложений по годам (в тыс. руб.) приводятся в таблице.

| Проект                              | Распределение капиталовложений |       |       | Прибыль |
|-------------------------------------|--------------------------------|-------|-------|---------|
|                                     | год 1                          | год 2 | год 3 |         |
| 1                                   | 5                              | 1     | 8     | 20      |
| 2                                   | 4                              | 7     | 10    | 40      |
| 3                                   | 3                              | 9     | 2     | 20      |
| 4                                   | 7                              | 4     | 1     | 15      |
| 5                                   | 8                              | 6     | 10    | 30      |
| Максимальный объем капиталовложений | 25                             | 25    | 25    |         |

Требуется выбрать совокупность проектов, которой соответствует максимум суммарной прибыли.

4. Имеется три механизма А, В, С, каждый из которых может быть использован на каждом из трех видов работ Р1, Р2, Р3 с производительностью (в условных единицах), представленной в таблице.

|   | Р1 | Р2 | Р3 |
|---|----|----|----|
| А | 3  | 5  | 4  |
| В | 4  | 4  | 6  |
| С | 6  | 2  | 7  |

Требуется так распределить механизмы по одному на каждую из работ, чтобы суммарная производительность всех механизмов была максимальной

5. Цеху металлообработки нужно выполнить срочный заказ на производство деталей. Каждая деталь обрабатывается на 4-х станках  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  и  $C_4$ . На каждом станке может работать любой из четырех рабочих А, В, С и Д. Однако, каждый из них имеет на каждом станке различный процент брака. Из документации ОТК имеются данные о

проценте брака каждого рабочего на каждом станке, которые представлены в таблице. Необходимо так распределить рабочих по станкам, чтобы суммарный процент брака, который равен сумме процентов брака всех 4-х рабочих, был минимален. Чему равен этот процент?

| Рабочие | Станки |       |       |       |
|---------|--------|-------|-------|-------|
|         | $C_1$  | $C_2$ | $C_3$ | $C_4$ |
| А       | 1,3    | 1,9   | 1,2   | 1,7   |
| В       | 1,8    | 2,2   | 2,0   | 1,8   |
| С       | 1,5    | 2,0   | 2,2   | 2,3   |
| Д       | 2,0    | 2,4   | 2,4   | 1,8   |

6. В таблице представлено количество изделий А и В, которое может быть изготовлено из единицы сырья одним из технологических способов. Определить минимальное количество сырья, позволяющее изготовить 574 изделий А и 328 изделий В и используемые при этом технологические способы.

| Изделия | Выход изделий на единицу сырья |          |          |          |
|---------|--------------------------------|----------|----------|----------|
|         | 1 способ                       | 2 способ | 3 способ | 4 способ |
| А       | 2                              | 1        | 7        | 4        |
| В       | 6                              | 12       | 2        | 3        |

#### 7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

#### 7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

1. Компьютерные и математические модели.
2. Современная классификация математических моделей.
3. Требования к математическим моделям.
4. Этапы математического моделирования.
5. Специфика моделирования объектов ресурсобеспечения.
6. Постановка задачи параметрического линейного программирования.
7. Геометрическая интерпретация постановки задач параметрического линейного программирования.
8. Свойства задач параметрического линейного программирования.
9. Методы решения задач параметрического линейного программирования.
10. Постановка и особенности задач дискретного программирования.
11. Задачи транспортного типа.
12. Транспортная задача с фиксированными доплатами.
13. Распределительная задача.
14. Задача об оптимальной последовательности загрузки.
15. Задача о многомерном ранце.
16. Алгоритм приближенного решения задачи о многомерном ранце.
17. Алгоритмы «генетического типа».
18. Комбинаторные эвристические алгоритмы для задач о ранце.

19. Комбинаторные методы решения задач дискретного программирования.
20. Метод ветвей и границ.
21. Применение метода динамического программирования для решения аддитивных задач дискретного программирования.
22. Задача о распределении ресурсов между проектами.
23. Принцип оптимальности Беллмана.
24. Алгоритм динамического программирования Беллмана для решения задач.
25. Общие сведения о сетевых графиках.
26. Постановка задачи распределения ресурсов.
27. Постановка задачи определения рейтинга объектов. Алгоритм решения задачи.
28. Определение оптимальной последовательности обслуживания объектов с учетом замены оборудования. Постановка задачи и алгоритм ее решения.
29. Понятие о задачах большой размерности.
30. Условия реализуемости алгоритмов решения задач большой размерности.

#### **7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации**

*(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.*

*1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.*

*2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов*

*3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.*

*4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)*

#### **7.2.7 Паспорт оценочных материалов**

| № п/п | Контролируемые разделы (темы) дисциплины        | Код контролируемой компетенции | Наименование оценочного средства                                |
|-------|-------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 1     | Математическое моделирование как научный прием. | ПК-2, ПК-4                     | Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту |
| 2     | Параметрическое линейное программирование       | ПК-2, ПК-4                     | Тест, защита лабораторных работ,                                |

|   |                                                         |            |                                                                 |
|---|---------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------|
|   |                                                         |            | требования к курсовому проекту                                  |
| 3 | Модели дискретного программирования                     | ПК-2, ПК-4 | Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту |
| 4 | Параллельная реализация методов дискретной оптимизации. | ПК-2, ПК-4 | Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту |
| 5 | Распределение ресурсов на сетевых графиках              | ПК-2, ПК-4 | Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту |
| 6 | Задачи большой размерности.                             | ПК-2, ПК-4 | Тест, защита лабораторных работ, требования к курсовому проекту |

### **7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности**

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Защита курсовой работы, курсового проекта или отчета по всем видам практик осуществляется согласно требованиям, предъявляемым к работе, описанным в методических материалах. Примерное время защиты на одного студента составляет 20 мин.

## **8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)**

**Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

1. Горлач, Б. А. Математическое моделирование. Построение моделей и численная реализация : учебное пособие для вузов / Б. А. Горлач, В. Г. Шахов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 292 с. — ISBN 978-5-8114-8415-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/176673>.

2. Матвеев, А. И. Математические методы системного анализа : учебное пособие / А. И. Матвеев. — Санкт-Петербург : Лань, 2020. — 128 с. — ISBN 978-5-8114-4857-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/142331>.

3. Микони, С. В. Теория принятия управленческих решений : учебное пособие / С. В. Микони. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 448 с. — ISBN 978-5-8114-1875-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/168845>.

4. Романова, А. А. Календарное планирование инвестиционных проектов : учебное пособие / А. А. Романова, В. В. Сервах. — Омск : ОмГУ, 2020. — 67 с. — ISBN 978-5-7779-2445-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/136352>.

5. Методические рекомендации по выполнению курсовых проектов (работ) по программам высшего образования – программам бакалавриата, специалитета, магистратуры / ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет»; сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина. Воронеж: Изд-во ВГТУ. 2020. 10 с.

6. Организация самостоятельной работы обучающихся : методические указания для студентов, осваивающих основные образовательные программы высшего образования – бакалавриата, специалитета, магистратуры: методические указания / сост. В.Н. Почечихина, И.Н. Крючкова, Е.И. Головина, В.Р. Демидов; ФГБОУ ВО «Воронежский государственный технический университет». – Воронеж, 2020. – 14 с.

**8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:**

Лицензионное программное обеспечение:

- Среда разработки приложений Visual Studio
- Microsoft Office Word 2013/2007
- Microsoft Office Excel 2013/2007
- Mathcad

Свободное программное обеспечение:

- Microsoft Visual Studio Community Edition
- OpenOffice
- Qt

- MathCadExpress

Отечественное программное обеспечение:

- Яндекс.Браузер

Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

- Образовательный портал ВГТУ

- <https://docs.microsoft.com/>

Информационные справочные системы:

- <http://window.edu.ru/>

- <https://wiki.cchgeu.ru>

Современные профессиональные базы данных:

- eLIBRARY.RU

- База ГОСТ docplan.ru

## **9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Аудитория, оснащенная ПК, подключенными к локальной сети кафедры, интернет, проектор:

- 215/2 “Лаборатория интеллектуальных систем проектирования”

- 213/2 ”Учебный центр ВГТУ, академия Софтлайн, сетевой академии CISCO”.

## **10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

По дисциплине «Математическое моделирование объектов ресурсобеспечения» читаются лекции, проводятся лабораторные работы, выполняется курсовой проект.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Методика выполнения курсового проекта изложена в учебно-методическом пособии. Выполнять этапы курсового проекта должны своевременно и в установленные сроки.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой курсового проекта, защитой курсового проекта.

| Вид учебных занятий | Деятельность студента                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Лекция              | Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                       | Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Лабораторная работа                   | Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.                                                                                                                                             |
| Самостоятельная работа                | Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> <li>- работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций;</li> <li>- выполнение домашних заданий и расчетов;</li> <li>- работа над темами для самостоятельного изучения;</li> <li>- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад;</li> <li>- подготовка к промежуточной аттестации.</li> </ul> |
| Подготовка к промежуточной аттестации | Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом, экзаменом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.                                                                                                                                                                                                                                                                                 |